

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-000783

(43)Date of publication of application : 06.01.1992

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 02-152819

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 13.06.1990

(72)Inventor : KAYANE NAOKI
SAKANO SHINJI
OKA SATOHIKO
UOMI KAZUHISA
OTOSHI SO
TSUCHIYA TOMONOBU
OKAI MAKOTO

(30)Priority

Priority number : 01149603

Priority date : 14.06.1989

Priority country : JP

01224463

01.09.1989

JP

02100306

18.04.1990

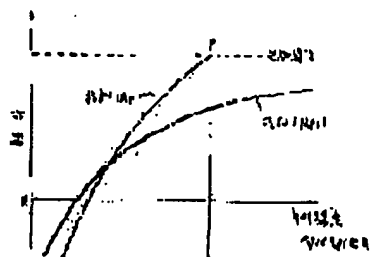
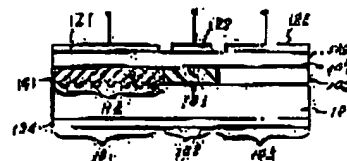
JP

(54) SEMICONDUCTOR OPTICAL ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To stably oscillated light of a desired wavelength by differentiating the differentiation gain coefficient for an injected carrier density of a gain active layer oscillated through amplification of a light having a specific wavelength from that for a light amplifying active later.

CONSTITUTION: A phase regulating region 102 having an optical waveguide 181 in which a refractive index is reduced upon increasing of injected carrier density and a light amplifying region 103 made of an active optical waveguide 105 having a second active layer structure are provided. When a material having shorter wavelength of the wavelength λ_{P2} of a gain peak than a laser oscillation wavelength λ_L is used as an active waveguide 141, the wavelength λ_{P2} does not coincide with the wavelength λ_L in the material having the short wavelength λ_{P2} at a gain peak. Accordingly, a gain gradient becomes smooth, and even if carrier density is increased, an increase in a photon density is suppressed, a reduction in carrier density upon inductive emission depending upon the photon density is suppressed to increase the carrier density. Therefore, a region 101 does not reach a gain to self-oscillation, and a wavelength variable width and particularly Bragg's reflection



BEST AVAILABLE COPY

wavelength can be increased.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

D4

⑩ 日本国特許庁(JP)

QD 特許出願公開

⑨ 公開特許公報(ハ) 平4-783

⑥ Int. Cl.⁹

識別記号

片内整理番号

④ 公開 平成4年(1992)1月6日

H 01 S 3/18

6940-4M

審査請求 未請求 請求項の数 50 (全22頁)

⑧ 発明の名称 半導体光素子

⑩ 特 願 平2-152819

⑩ 出 願 平2(1990)6月13日

優先権主張 ⑩ 平1(1989)6月14日 ⑩ 日本(JP) ⑩ 特願 平1-149603

⑦ 発 明 者 茅 根 直 樹 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑦ 発 明 者 坂 野 伸 治 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑦ 発 明 者 岡 聡 彦 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑦ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑦ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

最終頁に続く

明 細 書

要 旨

1. 発明の名称

半導体光素子

2. 特許請求の範囲

1. 光学的に結合しキャリアの注入により利得の変化を生じる複数の活性層を含む複数の半導体領域であって、注入されたキャリアにより光を放出するための光増幅活性層を含む増幅領域とこの光増幅活性層により放出された光を導波するための利得活性層及び導波する光を増幅するための分布係数構造を含むDBR領域とを有するものと、これら複数の半導体領域にキャリアを注入する手段と、上記光増幅活性層が放出する光のうち特定の波長を有する光を上記分布係数構造により選択的に導波することにより上記特定波長を有する光を増幅して発振するための共振器構造とを有し、上記利得活性層の有する注入キャリア密度に対する微分利得係数を上記光増幅活性層の有する注入キャリア密度に対する微分利得係数とは異ならせた半導体レーザ装置。

2. 請求項1に記載の半導体レーザ装置において、前記光増幅活性層を構成する半導体材料と、前記利得活性層を構成する半導体材料とが、異なる半導体材料である半導体レーザ装置。

3. 請求項1に記載の半導体レーザ装置において、前記複数の活性層は量子井構造を有する半導体レーザ装置。

4. 請求項1に記載の半導体レーザ装置において、前記利得活性層の微分利得係数が前記光増幅活性層の微分利得係数より小さい半導体レーザ装置。

5. 請求項1に記載の半導体レーザ装置において、前記位相調節領域は能動的半導体材料により形成されている光を伝播するための光導波路を有する半導体レーザ装置。

6. 請求項5に記載の半導体レーザ装置において、前記位相調節領域は前記共振器の光路長を変化させるための電圧を有する半導体レーザ装置。

7. 請求項6に記載の半導体レーザ装置において、

BEST AVAILABLE COPY

特開平4-783 (7)

領域に電流を流すことにより生じる損失を補償するだけの利得をDBR領域に持たせることが必要となる。従ってこの吸収損失が大きくなると、これを補償させようとする結果、DBR領域が自身の利得により自己発振を起こしてしまうという根本的な問題がある。既述した位相調節領域と光増幅領域を細分化する手法も位相調節領域で発生する吸収の根本的な除去にはならない。

また、波長チャージングを抑えた変調用レーザにおいては、波長チャージングを低減するために、バイアス条件や光出力の選択の範囲が小さく小さくなってしまふ。この制約は更に高速特性をも拘束するという問題がある。

本発明の目的は、上記従来技術の有する技術的課題を解決し、所望の波長を安定に発振する半導体レーザ装置を提供することにある。

また、本発明の他の目的は、上記のように吸収や利得による制約を敢り除き、より大きな屈折率変化幅を有する半導体レーザ装置を提供することにある。

増幅活性層の有する注入キャリア密度に対する微分利得係数を上記光増幅増幅活性層の有する注入キャリア密度に対する微分利得係数とは異ならせた半導体レーザ装置が提供される。

本発明でいう活性層とは、利得が1より大きいことを意味する。利得が1より大きいとは、ある波長の光に対し増幅的、すなわち増幅増幅が存在することを意味する（従って利得が1以下という場合には受動的、すなわち光の強度が一定のまま変化しないが、若しくは吸収されて光の損失が生じることと意味する）。本発明は、このような活性層を複数有する。

これらの活性層の、注入キャリア密度の対する微分利得係数を異ならせることが、本発明の1つの特徴である。この微分利得係数とは、注入キャリア密度の増減量に対する利得の増減量のことである。微分利得係数に差異を設けることにより、少なくとも1つの活性層においては自己発振が生じないようにすることが可能となる。微分利得係数に差異を設けるためには、例えば活性層を形成

本発明の更に他の目的は、複数の活性層のうち1部の活性層へのキャリア注入による利得係数の増加を小さく抑えることにより、大きな波長可変幅が得られ、若しくは選択波長による発振出力の増減が小さい半導体レーザ装置を提供することにある。

〔問題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、本発明の1局面によれば、光学的に結合しキャリアの注入により利得の増減を生じる複数の活性層を含む複数の半導体領域であって、注入されたキャリアにより光を放出するための光増幅増幅活性層を含む増幅領域とこの光増幅増幅活性層により放出された光を導波する利得増幅増幅活性層及び導波する光を導波するための分布補償構造を含むDBR領域とを有するものと、これら複数の活性層にキャリアを注入する手段と、上記光増幅増幅活性層が放出する光のうち特定の波長を有する光を上記分布補償構造により選択的に導波することにより上記特定波長を有する光を増幅して発振するための共振器構造とを有し、上記利

する半導体材料、若しくは活性層を形成する化合物半導体の元素組成を変えることにより、また、量子井戸構造に代えられるように活性層の厚さに変化を設けることによって実現される。これらの変化は再結合発光する電子と正孔のエネルギー差、すなわちバンドギャップ若しくは量子井戸を形成する活性層内の電子と正孔のエネルギー状態の差に起因する。微分利得係数が小さい活性層において自己発振が抑えられるため、この活性層が形成される領域をDBR領域とする。

また、本発明における複数の活性層、すなわち光増幅増幅活性層と利得増幅増幅活性層は直列に、若しくは他の（受動的若しくは増幅的）導波層（利得が1以下の領域）を介して、光学的に結合する。光増幅増幅活性層により放出された光は利得増幅増幅活性層を伝導し、光増幅増幅活性層及び利得増幅増幅活性層を食んで形成された共振器内部を伝導、増幅される。共振器が選択、増幅する発振波長は、実効的な共振器長を変化させることによって可変となる。共振器の実効的な長さ、すなわち光路長は、共振器内部間の距

特開平4-783 (8)

面、若しくは端面と後述する分布帰還構造間の距離が、共振腔内に伝播する光の位相条件を満足するように設定する必要があるため、上記導波層の屈折率を可変とする。このような位相調節のための領域は、例えばこの領域に独立にキャリアを注入することができるように電極が設けられる。また、必ずしも光増幅活性層及び利得活性層の間に設けられていなくても良く、上記共振器構造内において光が伝播する領域に設けられていれば良い。

半導体レーザの共振波長の設定は、共振腔内の屈折率を一部領域において変化させることにより行うが、この一部領域は光が分布する領域内に設けられた分布帰還構造の層がある。分布帰還構造は一般にはグレーティングを形成した半導体上に異なる屈折率を有する半導体を積層したもので、屈折率の周期的分布を形成したものである。

また、本発明の他の1局面によれば、異なる利得ピーク波長を有する複数の活性層と、これらの利得ピーク波長とは異なる特定の波長を有する光

を選択的に増幅することにより上記特定波長を有する光を増幅して発振するための共振器とを有する半導体レーザ装置が提供される。共振波長を、活性層の利得を最大にする波長（利得のピーク波長）からずらして設定することによって本発明の1つの特徴がある。

本発明の更に他の1局面によれば、光学的に結合しキャリアの注入により利得の変化を生じる複数の活性層を含む複数の活性領域と、これら複数の活性領域にキャリアを注入する手段と、上記活性層が放出する光のうち特定の波長を有する光を選択的に増幅することにより上記特定波長を有する光を増幅して発振するための共振器構造とを有し、上記利得活性層及び上記活性層がキャリア密度変動に基づく屈折率の変動を相互に補償するようにした半導体レーザ装置が提供される。

相互に補償するためには、上記複数の活性層として利得のピーク波長が異なるものを用いる。これらのピーク波長の間に共振波長を設定することにより、キャリアの密度変動に伴う活性層の屈折

率変化を上記複数の活性層間で相互に補償して波長チャープングを低減することが可能となる。

上記いずれの場合も、複数の活性層のうち少なくとも一つの活性層が回折格子（分布帰還構造）の近傍に配置されていることにより、回折格子部分の損失の発生を防ぐことができる。特に「近傍に配置されている」とは、その活性層と回折格子が並行に置かれるように配置されていることを意味する。

また、本発明の更に他の局面によれば、DBR領域へのキャリア注入による利得の増加を小さく抑えるために、利得ピーク波長が共振波長より短波長側にある材料を、このDBR領域を構成する活性層に用いた半導体レーザ装置が提供される。

（作用）

まず、本発明の原理の1つを図面を用いて説明する。本発明を波長可変レーザとして構成したものを第1図に、更にこの中に用いられている活性層のキャリア密度に対する利得と屈折率変化を第2図及び第3図に示し、これらを用いて説明

する。

この半導体レーザは、基板106上に設けられた回折格子112に接するように形成された第1の活性層を持つ活性光導波路141からなる分布ブラッグ反射（DBR）領域101、発動的な材料で構成され、注入キャリア密度の増加に伴い屈折率が減少する光導波路181を有する位相調節領域102、第2の活性層構造を有する活性光導波路105からなる光増幅領域103からなり、各々の領域はn型の基板106とp型のクラッド層107ではなされた例えばp-i-n構造で構成されると同時にクラッド層107上に形成された孤立した電極121、122、123を有し、また前記電極と極性を反する共通の電極124からなる。

レーザ発振は、DBR領域101の回折格子による反射と光増幅領域103側の端面120からの反射で共振器を形成し、光増幅領域101に電極123を介して電流注入したときを伴う大きな利得により行われる。共振波長を決定するのは、

特開平4-783(9)

DBR領域101のブラッグ反射波長領域内の波長であると同時に共振器内で1価値する位相が2 π の整数倍を満たす波長である。

さて記述した特開明04-48283号公報に記載の例では、この1図に対応させて説明すると、DBR領域101の活性波長141に注入電流に対し利得の大きい光増幅領域103の活性波長105を用いていた。このときのキャリア密度と利得、及び屈折率変化の関係を2A図及び2B図に示す。活性材料の利得ピーク波長 λ_p はほぼレーザ発振波長 λ_L に一致するように設定する。このため、レーザ発振波長 λ_L におけるキャリア注入に対する利得は急激に増加する。従って、DBR領域1は自己発振し、すなわち、分布型近型(DFB)レーザのように動作する。その結果、2A図の点Dでキャリア密度が固定されて、屈折率変化が制御を受けることになる(2a)。

これに対し、DBR領域101の活性波長141に光増幅領域103の活性波長105とは注入キャリア密度に対する利得変化(微分利得

係数)が異なる活性層を用いると、自己発振による屈折率変化の制御を受けず、しかも、受動的な位相調節領域102で発生する損失を補うことができる。これにより光増幅領域の発振しきい電流を増大させることなく、広い波長可変幅が同時に得られることになる。例えば、その構成として、利得ピークの波長 λ_p がレーザ発振波長 λ_L よりも短波長にある材料を活性波長141に用いる。この材料を用いた光増幅領域のキャリア密度と利得及び屈折率変化の関係を同じく第2A図及び第2B図に示す。利得ピークが短波長 λ_p の材料ではレーザ発振波長 λ_L における利得が、~~一致しないため、利得勾配がゆるやかになる。~~このため、キャリア密度を増大(注入電流を増大)させても、キャリア密度の増大にともなう光子密度の増加が抑えられ、更に光子密度に依存する誘導放出に付随するキャリア密度の減少が抑えられてキャリア密度の増大が得られる。従って、DBR領域101が自己発振するだけの利得に達しない。このため、屈折率変化を生じさせるキャリア密度

が固定されず、有効に利用できる。さて、キャリア密度の変化による屈折率の変化は、波長に対して緩やかにして変化しないため、利得ピークが短波長にある材料のレーザ発振波長 λ_p におけるキャリア密度の変化による屈折率変化は、利得ピークにある第1の活性層よりは多少劣るが、同層の値をとる。このため、波長可変幅、特にブラッグ反射波長の可変幅を大きくとることができるようになる。

上記のように、DBR領域に光増幅領域よりもキャリア密度に対する利得を少なくすることにより、光増幅領域の発振しきい電流の増大を抑えながら広い波長可変特性を得ることができる。

位相調節に関しては、位相調節領域102へ電流注入を行ない、ブラッグ反射端と向き同様に120度のレーザ光の共振モード共振条件に位相を合わせることで、広い波長範囲にわたり単一モード状態で連続的に発振波長をシフトさせることが可能となる。また、注入キャリア密度の変化による利得変化が平坦化するので、発振波長をシ

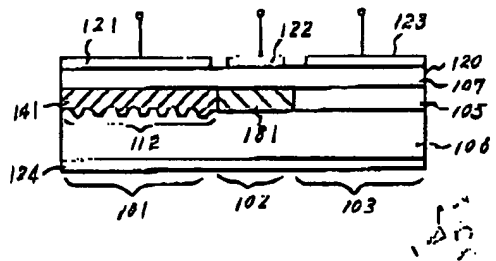
フトさせた時の発振出力の変化が低減するという効果がある。

さらに、光増幅領域103を構成する活性な光増幅領域105の材料として、発振時の利得ピーク波長が発振波長より長いものを用いることにより、発振波長を利得ピーク波長より短波長域に制御することができる。この制御により、キャリア密度のゆらぎに伴う屈折率の変化と利得の変化の比、いわゆる α パラメータが小さくなるため、スペクトル線幅が小さくなる。

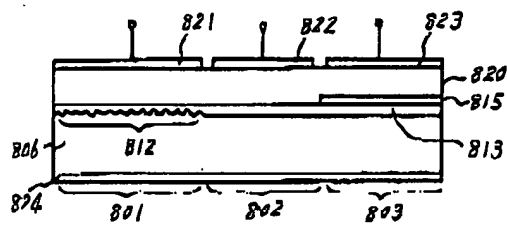
第3図により、本発明の別の原理を説明する。図中、第1図と同一符号のものは、同一構成を指す(以下、各図間において同様)。本構成は第1図のDBR領域と位相調節領域の光増幅領域構造を入れ替えて、DBR領域101に受動的なキャリアを注入すると屈折率が減少する光増幅領域982を用い、位相調節領域102に第2の活性光増幅領域942を用いる。これにより、従来の、受動的な位相調節領域で生じていたキャリアの増加に伴う吸収損失の増大を低くすることが出来る。但

特開平 4-783 (18)

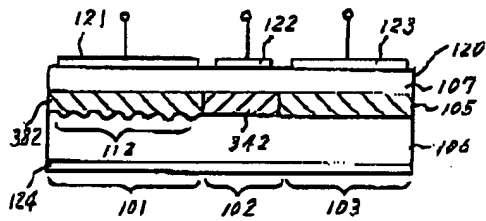
第 1 図



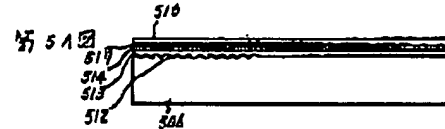
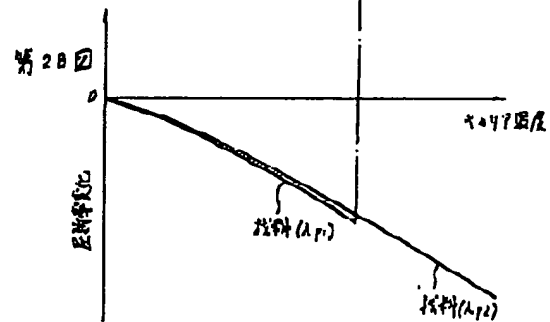
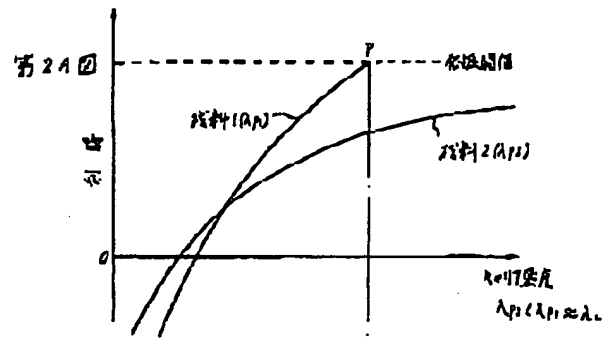
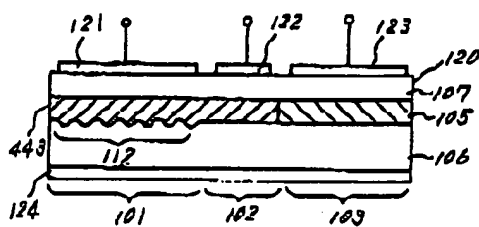
第 8 図



第 3 図



第 4 図



BEST AVAILABLE COPY